



T
551.87
✓ 146

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL
LITORAL

FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

**"Estudio Neotectónico en el Frente
Montañoso de Playas de Juan Montalvo"**

PROYECTO DE GRADO

Previa a la Obtención del título de:

INGENIERA EN GEOLOGIA

Presentado por:

CARLA AZUCENA VALDIVIEZO VALENZUELA

GUAYAQUIL - ECUADOR
1992



BIBLIOTECA

DEDICATORIA

A MI MADRE.

A LA MEMORIA DE MI PADRE

A MIS HERMANAS

AGRADECIMIENTO

A la Escuela Superior Politécnica del Litoral -ESPOL-, por haberme brindado una formación profesional en Ingeniería Geológica.

A los profesores de la ESPOL que compartieron sus conocimientos y experiencias en mi instrucción superior.

Al Ing. Gastón Proaño, Director de este Proyecto de Grado quien dedico su preciado tiempo, orientación y experiencias en el desarrollo del presente trabajo.

Y sobre todo a DIOS

DECLARACION EXPRESA

“La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestos en este Proyecto de Grado, me corresponden exclusivamente, y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Exámenes y Títulos Profesionales de la ESPOL.)

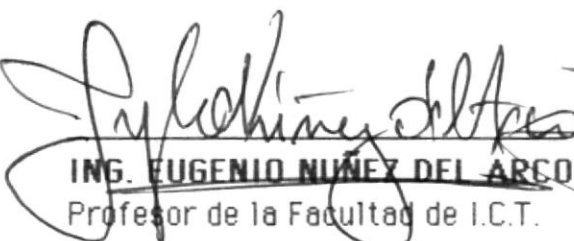
Carla Azucena Valdiviezo Valenzuela



ING. MIGUEL ANGEL CHAVEZ
Subdecano de la Facultad de ICT



ING. GASTON PROAÑO
Director del Tópico



ING. EUGENIO NÚÑEZ DEL ARCO
Profesor de la Facultad de I.C.T.



ING. MIGUEL ANGEL CHAVEZ
Profesor de la Facultad de I.C.T.

RESUMEN

En la superficie de la Tierra se registran movimientos y desplazamientos de las rocas y materiales debido a esfuerzos tectónicos regionales y locales. Estos movimientos provocan pérdidas económicas y vidas humanas.

La Neotectónica contribuye al estudio de fallas activas. El conocimiento de la ubicación de las fallas activas permite resolver en parte, los problemas de riesgos por fallamiento activo.

En este trabajo se pretende describir la presencia de una falla inversa poco conocida y que existe en el frente montañoso de Playas de Juan Montalvo.

Para el efecto se siguió la siguiente metodología de trabajo:

Primeramente se realizó el estudio fotogeológico de fotografías aéreas pertenecientes al Proyecto Carta Nacional, hoja Juan Montalvo tomadas el 3 de mayo de 1983; por el Instituto Geográfico Militar a escala 1:60.000.

Luego se procedió a realizar el mapa fotogeológico. Concluida esta parte de la investigación se realizó el cálculo matemático de parámetros morfotectónicos típicos de este tipo de fallamiento.

Los resultados obtenidos en este trabajo se describen en el capítulo III de este informe.

INDICE GENERAL

	PAGS.
RESUMEN	VI
INDICE GENERAL	VII
INDICE DE FIGURAS	VIII
INTRODUCCION	9
MAPA DE UBICACION	11
CAPITULO I	
DEFINICIONES	12
1.1 Pendientes	12
1.2 Fallas	14
1.2.1 Falla Normal	14
1.2.2 Falla Inversa	15
1.2.3 Falla de Cizalladura	16
CAPITULO II	
INFLUENCIA DE UNA FALLA ACTIVA EN LA DEFORMACION DE LA SUPERFICIE TERRESTRE	17
2.1 Lineamiento	18
2.2 Lomos de Falla	19
2.3 Facetas Triangulares	19
CAPITULO III	
ANALISIS CUANTITATIVO DE LOS PARAMETROS MORFOTECTONICOS DE FALLA INVERSA Y FRENTE DE MONTAÑA EN EL SECTOR DE JUAN MONTALVO	21
3.1 Indice de Sinuosidad	22
3.2 Indice de Gradiente de Cauces	24
3.3 Relación Area abanico Vs Area de Cuenca	29
CONCLUSIONES	34
ANEXOS	
Anexo 1: Mapa Fotogeológico	37
Anexo 2: Mapa de Drenaje y Cuencas	38
Anexo 3: Fotografía Aerea	39
BIBLIOGRAFIA	40

INDICE DE FIGURAS

No.		Pags.
1.	Mapa de Ubicación del Area de Estudio	11
2.	Diagrama de Flujo de Masa	13
3.	Bloque Diagrama de una Falla Normal	15
4.	Representación Esquemática del Movimiento del Bloque de una Falla Inversa	15
5.	Representación de una Falla de Cizalladura	16
6.	Representación de un Lomo de Falla	19
7.	Representación de Facetas Triangulares	20
8.	Gráfico de Indices de Sinuosidad	22
9.	Modelo del Indice de Gradiente de Cauces, Hack, 1973	26
10.	Representación del Indice de Gradiente de Cauce Cuenca 1	27
11.	Representación del Indice de Gradiente de Cauce Cuenca 3	28
12.	Gráfico de la Relación Area de Abanicos Vs. Area de Cuencas en Estudio	30
13.	Representación de los Diagramas Tipo	32
14.	Bloques Diagramas de los Abanicos Aluviales Existentes en el Area de Estudio	32



INTRODUCCION

El presente informe corresponde a un estudio Neotectónico desarrollado en el frente montañoso de Playas de Montalvo (ver figura No. 1) utilizando, este sentido es necesario revisar ciertos aspectos importantes.

La Neotectónica estudia el movimiento reciente de las fallas geológica y la formación de paisajes geotectónicos. V. Á Obruchev (1946) propone la siguiente definición: Neotectónica es el área de la Ciencias de la Tierra que estudia los movimientos y deformaciones de la Corteza Terrestre que han tenido lugar en el Terciario Tardío o Neógeno es decir durante el Mioceno, el Plioceno y el Cuaternario y que han jugado un papel decisivo en la formación de la Topografía Contemporánea

Estos criterios fundamentales de la geología del Cuaternario han sido utilizados para desarrollar el presente estudio. Merciar, (1946) dice que la Neotectónica no se distingue en nada de la tectónica a no ser por sus métodos propios en cuanto al establecimiento de una cronología más precisa que se obtiene de los terrenos recientes.

La Tectónica nos enseña que en la superficie de la Tierra existen tres tipos de fallas: Normales, Inversas y Transcurrentes. Cada una de ellas

da lugar a la ocurrencia de formas fisiográficas que caracterizan el tipo de movimiento. La Neotectónica estudia los efectos que produce el movimiento de las fallas indicadas. Otros parámetros importantes en el estudio de la Neotectónica son derivados del campo de la Geomorfología. Criterios fisiográficos como cambios de pendiente, escarpes también han sido utilizados en el presente estudio.

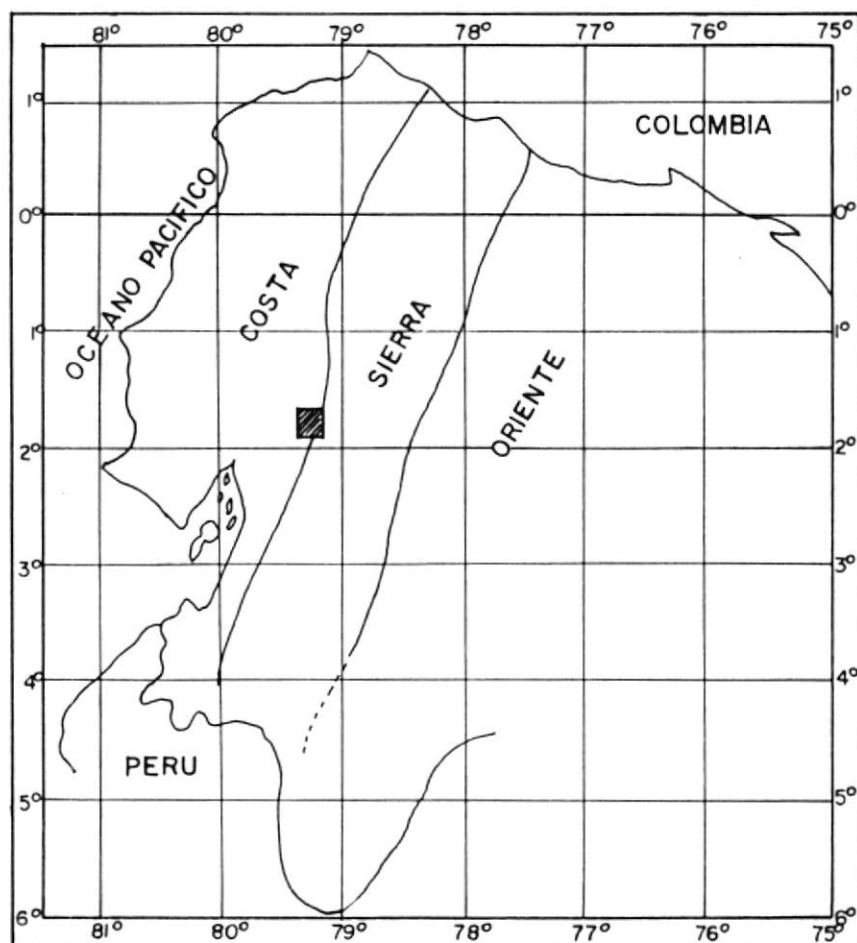
En frentes de Montaña las formas fisiográficas existentes permiten identificar cada tipo de movimiento. Formas Neotectónicas desarrolladas tanto en el frente de Montaña de Playas de Montalvo como en la llanura del Río Guayas permiten suponer la ocurrencia de un sistema de fallas de tipo inverso.

Las formas fisiográficas existentes producto del trabajo de la neotectónica, han sido identificados en fotografías aéreas, escala 1:60000 pertenecientes a la Carta Nacional.

El detalle de las formas fisiográficas ocurridas en el frente de Montaña de Playas de Montalvo relacionados con la Neotectónica se describen en los capítulos que siguen

MAPA DE UBICACION DEL AREA DE ESTUDIO

LOCALIZACION DEL FRENTE DE MONTAÑA DE JUAN MONTALVO



ESCALA APROX. 1: 7'000.000

Figura No. 1: Mapa de Ubicación del Area de Estudio

Fuente: Artículo, por Ing. Salomón Brito,
 "Alternativa para la Industria de la Construcción"
 Revista Minería Ecuatoriana Feb. 1990

CAPITULO I

DEFINICIONES

Previamente al estudio detallado de las evidencias morfotectónicas identificadas en el área de trabajo de Playas de Juan Montalvo, quiero introducir las siguientes definiciones:

1.1 **Pendientes.** - Son elementos de geoformas que están naturalmente combinadas con las formas topográficas que difieren con la horizontal. Hay muchos tipos de pendientes, uno de ellos comprenden las pendientes de drenaje: que se define a la porción del talud natural por donde drena el agua superficial y transporta sedimentos (por varios modos de transporte) y llevan la corrientes que alimentan a una cuenca de drenaje.

A medida en que la pendiente se erosiona su forma original puede cambiar. Existen cuatro tipos de pendientes que evolucionan influenciadas bajo diferentes patrones: declinación, reemplazamiento, regresión y deslizamiento (ver figura No. 2).

La relación entre la evolución de la pendiente y la erosión ha sido descrita por muchos autores como Flujo de Masa y hay varios tipos. El flujo de Masa es la velocidad del Movimiento del Material por unidad de área de pendiente comúnmente conocida como



erodibilidad. Los diagramas que se presentan a continuación, proporcionan una visión confiable entre erosión y depositación:

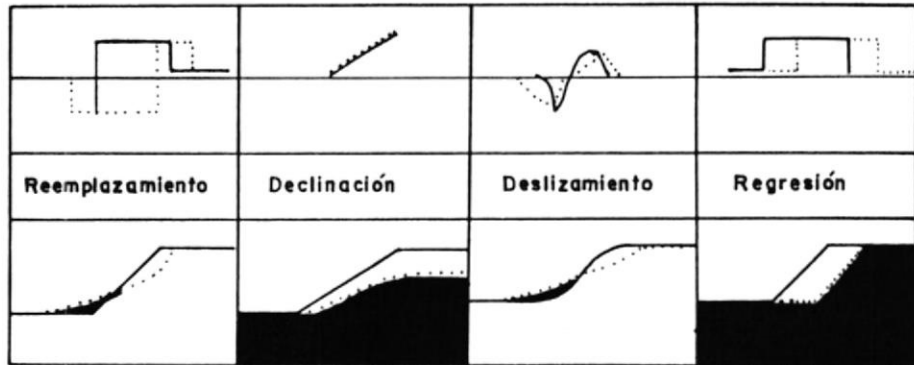


Figura No. 2: DIAGRAMA DE FLUJO DE MASA

- Pendiente de Reemplazamiento: representa una modificación de la pendiente natural relacionada con movimientos de masa o deslizamientos.
- Pendiente de declinación: Se define a aquella pendiente que ha sufrido modificación rápida debido al trabajo de erosión agresiva.
- Pendiente de deslizamiento: Es una pendiente donde se ha producido un cambio del relieve original que guarda un equilibrio entre erosión y depositación, es decir que la nueva pendiente conserva al pie del talud, todo el material que ha sido erosionado de la parte superior

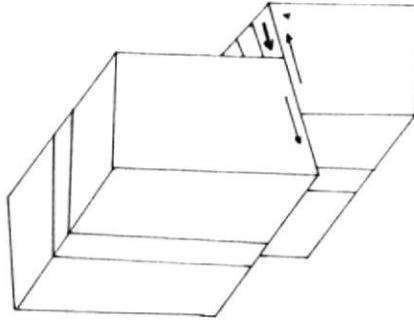
d) Pendiente de Regresión: ocurre en terrenos de textura fina y suave topografía que paralelamente al desgaste cambia el frente libre y conserva el ángulo original de la pendiente.

1.2 **Fallas:** Es una fractura en que se aprecia movimiento visible de bloques. Según sea la naturaleza y la dirección relativa del desplazamiento del bloques pueden establecerse varios tipos de fallas:

1.2.1 **Falla Normal:** Es aquella en que la pared colgante ha descendido sobre la pared yacente. Una falla normal es el resultado de un movimiento de tensión de la corteza terrestre. En una falla normal se puede distinguir un escarpe de falla que constituye la medida aproximada del desplazamiento vertical. La altura de los escarpes de falla, oscila entre unos pocos decímetros y varios cientos de metros. Su longitud se acostumbra a medir en kilómetros; a menudo llegan hasta los 150 y 300 Km. (ver figura No. 3).



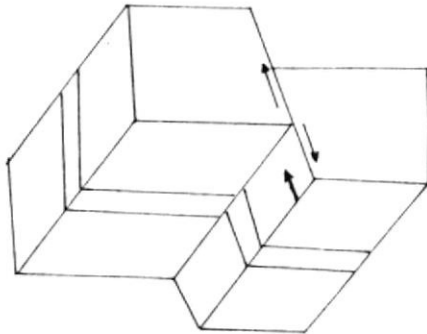
Figura No. 4 REPRESENTACION ESQUEMATICA DEL MOVIMIENTO DEL BLOQUE EN UNA FALLA INVERSA



El desarrollo de escarpes de fallas inestabilizan la región facilitando el desplazamiento de terrenos. (ver Figura No. 4) el que la pared coligante ha subido sobre la pared yacente

1.2.2 Falla Inversa: El plano de falla es inclinado observándose en

Figura No. 3 BLOQUE DIAGRAMA DE UNA FALLA NORMAL



1.2.3 Falla de Cizalladura: La dirección del movimiento en estas fallas es horizontal (ver Figura No. 5).

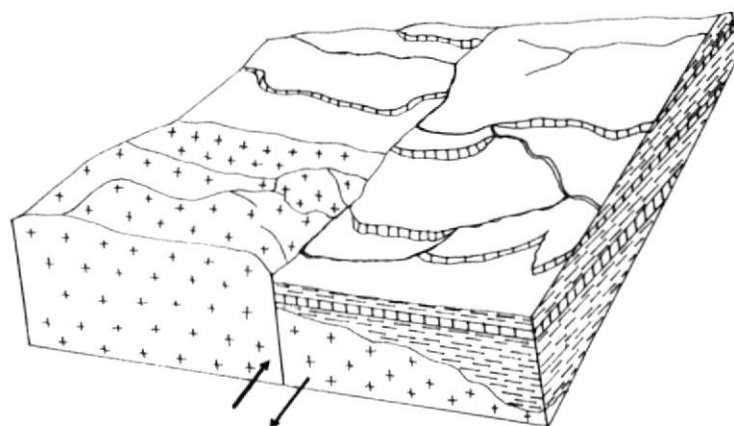


Figura No. 5: Representación de una Falla de Cizalladura.

Este tipo de fallas son de una gran importancia geológica debido a que ponen en contacto y al mismo nivel rocas de distinta litología y edad contribuyendo al desarrollo del relieve y paisaje morfotectónico.

CAPITULO II

INFLUENCIA DE UNA FALLA ACTIVA EN LA DEFORMACION DE LA SUPERFICIE TERRESTRE

Cuando una falla geológica ha sufrido movimiento en los dos últimos millones de años de la escala geológica se dice que es una falla geológica activa. La actividad de una falla geológica se manifiesta por una serie de geoformas observables en los terrenos cuaternarios debido a los problemas de tensión y/o compresión desarrollados durante el movimiento de la falla.

Estudio del desplazamiento reciente de los paisajes previamente existentes constituye uno de los métodos más utilizados para representar fallas geológicas activas.

La existencia de geoformas características como por ejemplo: lineamientos, lomos de fallas, facetas triangulares, entre otras, se las describirá a continuación como pertenecientes al frente de Montaña Juan Montalvo y que fueron identificadas utilizando fotografías aéreas.

A continuación presento una definición de las geoformas neotectónicas identificadas en el área de estudio:

2.1. Lineamiento:

Definición: Rasgo lineal de la superficie terrestre de extensión regional que puede ser la expresión de continuidad de una falla en sentido vertical y/o horizontal. Es decir son causados por la deformación frágil de la corteza.

El lineamiento utilizado para caracterizar fallamiento en el presente trabajo es de tipo Tectónico.

En el mapa fotogeológico (anexo 1) se indican los lineamientos existentes en el frente del montaña de Juan Montalvo

2.2 Lomos de Falla

Definición: Es una geoforma que resulta como consecuencia de esfuerzos en la corteza (ver Figura No. 6).

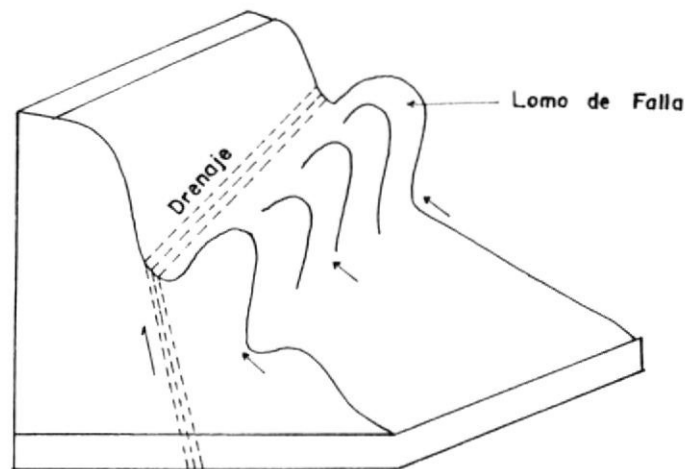


Figura No. 6: REPRESENTACION DE UN LOMO DE FALLA

Este tipo de paisaje neotectónico no es tan frecuente en el área de estudio sin embargo en el mapa del anexo No. 1 se indica la ubicación de lomos de presión desarrollados por posibles movimientos compresionales localizados en base a la foto interpretación. La ocurrencia de dichos lomos de presión se presume corresponden a la deformación local de los sedimentos de pie de monte debido al esfuerzo de compresión por el levantamiento de la Cuenca del Guayas.

2.3. Facetas Triangulares

Definición: Se forman generalmente en escarpes de falla de tipo normal, sin embargo pueden ocurrir éstas geoformas en escarpes de falla inversa como es el caso del presente trabajo. (ver figura No. 7). Escarpes Topográficas son comunes que no estando relacionadas con fallamiento obedecen a la erosión de terrenos de diferente dureza.



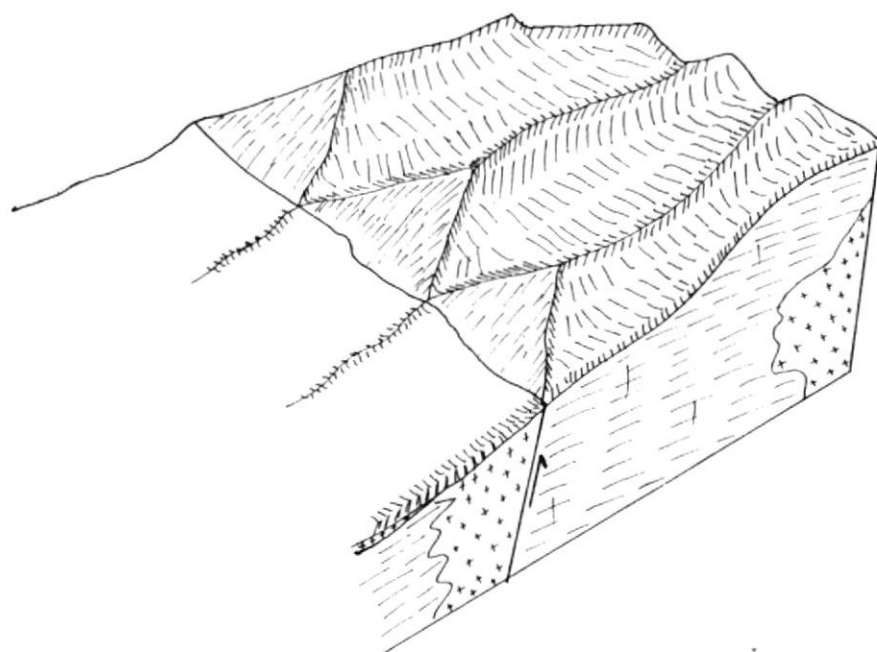


Figura No. 7. REPRESENTACION DE FACETAS TRIANGULARES RELACIONADAS CON FALLA DE EMPUJE

En base a la foto interpretación las facetas triangulares desarrolladas en el frente de montaña de Playas de Montalvo fueron identificadas como facetas triangulares relacionadas con falla de empuje debido a la estabilidad prolongada de bloques levantados y también por el trabajo de erosión existente. La forma geométrica original ha sido modificada dificultando su reconocimiento.

CAPITULO III

ANALISIS CUANTITATIVO DE LOS PARAMETROS MORFOMETRICOS DE FALLA INVERSA Y FRENTE DE MONTAÑA EN EL SECTOR DE JUAN MONTALVO

La cuantificación de las formas del paisaje de un bloque que se ha levantado en un frente de montaña ha comenzado a utilizarse en los dos últimas décadas. La medida de las formas o geometría de los paisajes neotectónicos recibe el nombre de morfometría. Se utilizará en este trabajo el término Morfometría de Frente de Montaña para designar la medida de las relaciones geométricas existentes en el frente de montaña de Juan Montalvo.

Los elementos básicos de un paisaje fallado en un frente de montaña han sido definidos por Bull y Mc Fadden (1977) Hack (1973) Wallace (1977) y otros.

Parámetros Morfotectónicos como índice de sinuosidad, índice de gradiente de cauces, relación área de abanico vs. área de cuenca, fueron utilizados para el análisis del fallamiento inverso en el frente de Montaña de Juan Montalvo.



A continuación se describe cada uno de los parámetros mencionados:

3.1 Índice de Sinuosidad:

Es un índice lineal cuyas propiedades quedan limitadas a cifras de medida de longitud. Bull y Mc Fadden (1977) introducen este parámetro para establecer la relación entre la medida obtenida a lo largo de la línea de unión Montaña- Piedemonte y aquella medida de longitud tomada en línea recta en el frente Montañoso. La expresión queda representada como:

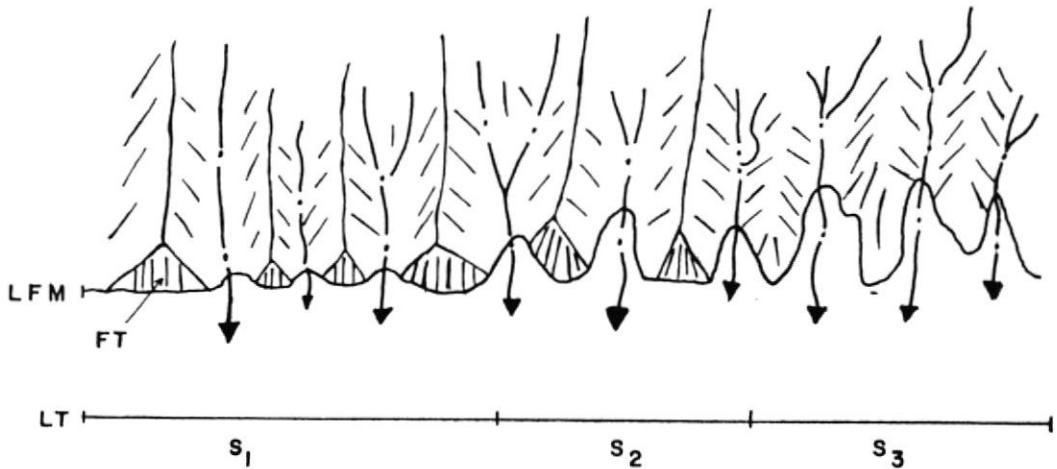
$$S = L_{fm}/LT$$

dónde:

S= Índice de Sinuosidad

L_{fm}= Longitud medida a lo largo de la línea de unión Montaña - Piedemonte.

LT = Longitud del frente montañoso, medida a lo largo de una línea recta (ver figura No. 8).



S_{1,2,3} :Diferentes Indices de Sinuosidad

FT : Facetas Triangulares

Figura No. 8: GRAFICO DE INDICES DE SINUOSIDAD

En el presente estudio se utilizó como base de trabajo el mapa fotogeológico escala 1:60.000 y sobre este mapa se tomaron las medidas correspondientes a tres diferentes sectores Unión Montaña Piedemonte previamente seleccionados, habiendo obtenido los resultados siguientes:

Lectura de la línea Unión Montaña - Piedemonte (ver tabla No. 1):

TABLA No. 1

Lfm ₁	=	5 cm
Lfm ₂	=	8 cm
Lfm ₃	=	6 cm

Lectura a lo largo de la línea recta en el frente montañoso (ver tabla No. 2):

TABLA No. 2

LT ₁	=	4 cm
LT ₂	=	7,5 cm
LT ₃	=	5,5 cm



BIBLIOTECA

Determinación de los índice de sinuosidad:

$$S_1 = Lfm_1 / LT_1 = 5/4 = 1,25$$

$$S_2 = Lfm_2 / LT_2 = 8/7,5 = 1,06$$

$$S_3 = Lfm_3 / LT_3 = 1,09$$

Del análisis de los valores de Índice de Sinuosidad obtenidos podemos deducir lo siguiente:

En el frente de montaña estudiado se distinguen básicamente dos movimientos diferenciados: Aquellos valores cercanos a la unidad que indican que existe un mayor desplazamiento vertical del bloque en que se tomó las medidas y desarrollo morfotectónico. Esto se refleja por la ocurrencia de facetas triangulares y mayor drenaje. El índice de sinuosidad mayor a la unidad 1.25, nos indica que este bloque está estabilizado, por lo tanto el drenaje no tiene mucha densidad y las facetas triangulares han desaparecido por erosión.

Un factor importante que se identificó en la interpretación y también en el trabajo de campo es el desprendimiento de masas de tierras continuas que han ocurrido en el frente $S_2 - S_3$, factor que ha incidido en la destrucción de los rasgos neotectónicos más recientes.

3.2. Índice de Gradiente de Cauces:

Es necesario indicar que en la naturaleza no existen dos relieves

exactamente iguales y que cada paisaje difiere en algo con relación a otro. Este hecho me ha inducido a estudiar este índice de gradiente de cauces.

Según las leyes de Horton las pendientes de los cauces de un sistema fluvial, proporcionan el gradiente necesario para que pueda fluir el agua de escorrentía superficial y se produzca el arrastre de materiales del área de influencia.

Debido a la gran cantidad de material de erosión acumulado en la parte interna del frente montañoso de Juan Montalvo, éste índice podría contribuir al entendimiento de lo que ha ocurrido en los últimos períodos geológicos.

El índice de gradientes de cauces introducido por Hack, en 1973 se aplica en este trabajo. Está definido como la relación de diferencia de altura de un segmento (ΔH), con la longitud del mismo segmento (ΔL) multiplicado por la distancia (L) medida a lo largo del canal de escurrimiento desde la divisoria hasta el centro del segmento. Es decir:

$$SL = \Delta H / \Delta L \cdot L$$

SL = índice de gradientes de cauces

ΔH = diferencia de altura del segmento

ΔL = longitud del segmento

L = distancia desde la divisoria al centro del segmento medida a lo largo del cauce (ver Figuras No. 9).

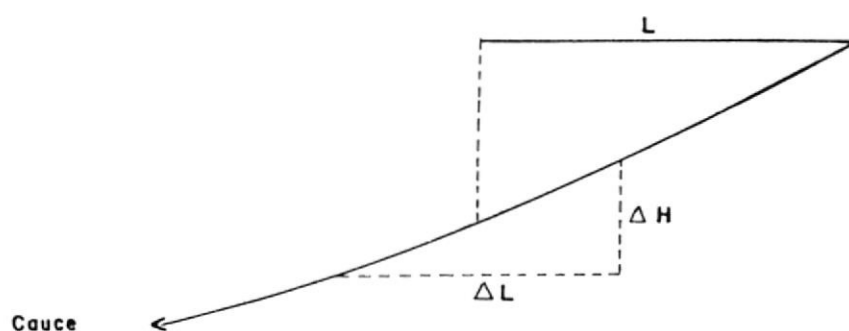


Figura No. 9: MODELO DEL INDICE DE GRADIENTE DE CAUCES, HACK, 1973

Para el cálculo de este índice se seleccionaron dos áreas con distinto índice de Sinuosidad (Cuenca de drenaje 1 y Cuenca de drenaje 3), (ver el mapa anexo No. 2).



BIBLIOTECA

En la Cuenca No. 1 se encontró lo siguientes valores:

$\Delta H_1 = 300$ m

$L_1 = 1320$ m

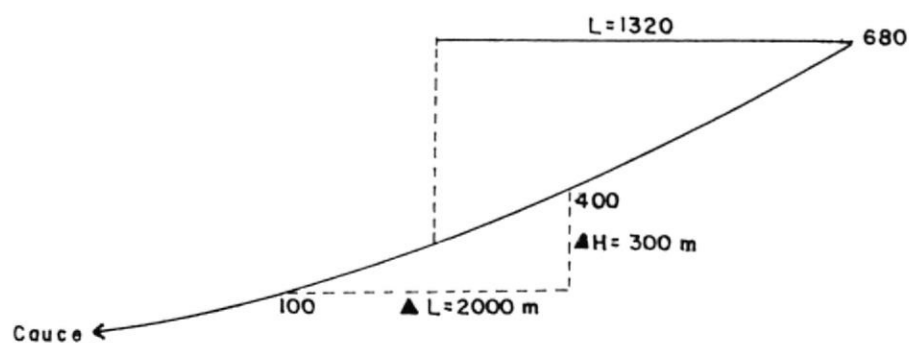
$\Delta L_1 = 2000$ m

Aplicando la fórmula general para el cálculo del índice de gradiente de cauce para la Cuenca 1

$$SL_1 = \Delta H_1 / \Delta L_1 \cdot L_1 = 300 / 2000 \cdot 1320 = 198$$

La representación gráfica de este índice para la Cuenca No. 1 se la hace en la figura No. 10.

Figura No. 10: REPRESENTACION DEL INDICE DE GRADIENTE DE CAUCE
CUENCA 1



En la Cuenca No. 3 se encontró los siguientes valores:

$$\Delta H_3 = 240 \text{ m}$$

$$L_3 = 1000 \text{ m}$$

$$\Delta L_3 = 1250 \text{ m}$$

Aplicando la fórmula general para el cálculo del índice de

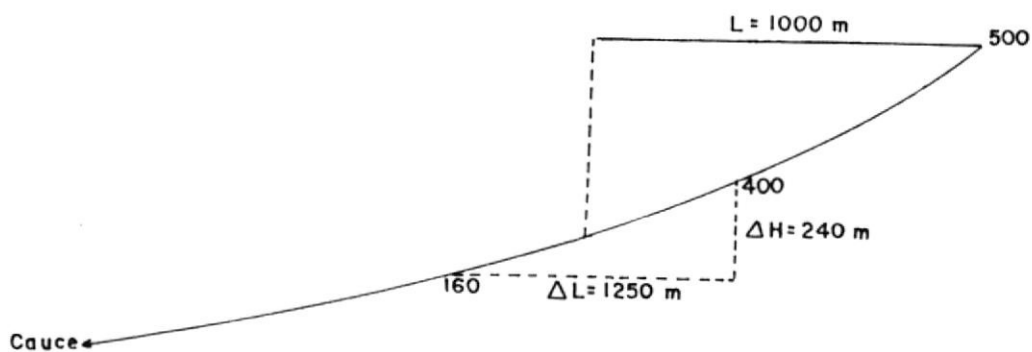
gradiente de cauces para la Cuenca No. 3:

$$SL_3 = \Delta H_3 / \Delta L_3 \cdot L_3$$

$$= 240 / 1250 \cdot 1000 = 192$$

La representación gráfica de este índice para la Cuenca No. 3 se la hace en la figura No. 11.

Figura No. 11: REPRESENTACION DEL INDICE DE GRADIENTE DE CAUCE
CUENCA 3



El índice de gradientes de cauces para la Cuenca 1 y 3 tienen valores parecidos ($SL_1 = 198$; $SL_2 = 192$). Los valores parecidos se debe posiblemente a las condiciones climatológicas del área que corresponden a clima Tropical Húmedo del Litoral Ecuatoriano. En este caso no influye la velocidad de levantamiento ni las características del drenaje en el modelado del relieve, sino

más bien el tipo de roca existente y el clima.

3.3 Relación Area de abanico Vs. Area de Cuenca:

Un parámetro morfológico de uso común en neotectónica se refiere a la relación del área que cubre un abanico y el área de una cuenca de drenaje.

El área de drenaje estudia las propiedades de superficies de una Cuenca. El área es una propiedad bidimensional que se obtiene como el producto de la longitud por el ancho.

Horton, define la superficie de una cuenca como el área total superficial que drena a todos los cauces de primer orden, más el área total de intercuenca.

El área de las cuencas estudiadas aquí fueron medidas utilizando papel milimetrado y los resultados se presentan en la tabla #3.

TABLA No. 3

	AREA KM2	
	NUMERO 1	NUMERO 2
CUENCA	174,48	8,49
ABANICO	7,95	3,23

El área de los abanicos también fueron obtenidas utilizando como base de medida papel milimetrado.

La representación gráfica de este índice se indica a continuación:

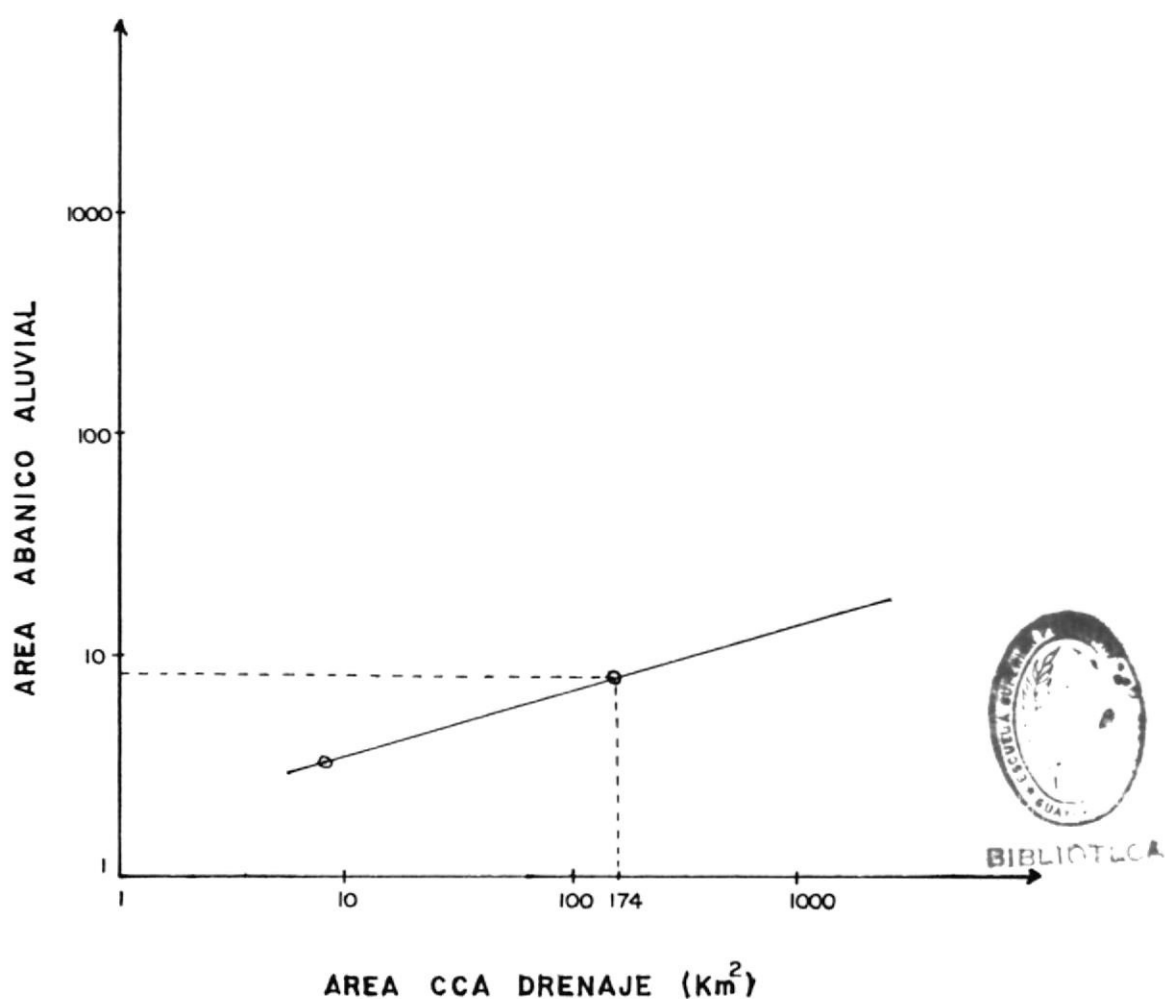


Figura No. 12: GRAFICO DE LA RELACION AREA DE ABANICOS VS. AREA DE CUENCAS EN ESTUDIO

Con respecto a este índice se observa que existe una relación directa entre el logaritmo del área de abanico de drenaje y el logaritmo del área de la cuenca de drenaje. Los cambios morfológicos no han tenido mayor influencia.

Muchos abanicos corresponden a deslizamientos de Pie de montaña y son justamente dichos rasgos morfológicos los que han impedido realizar la interpretación continua de los paisajes neotectónicos de la falla en estudio. Algunas evidencias están bajo los materiales deslizados y por esta razón en las fotografías aéreas no son visibles, por lo que se establece que, los deslizamientos ocurridos en este lugar han afectado el sector en un tiempo posterior a la última reactivación de la falla inversa

Para la representación de lo ocurrido en los últimos tiempos geológicos y que se relaciona con la falla inversa, he creído conveniente incluir algunos perfiles de unión Montaña Piedemonte.

Los diagramas tipo se representan en las figuras siguientes (ver figuras No. 13).

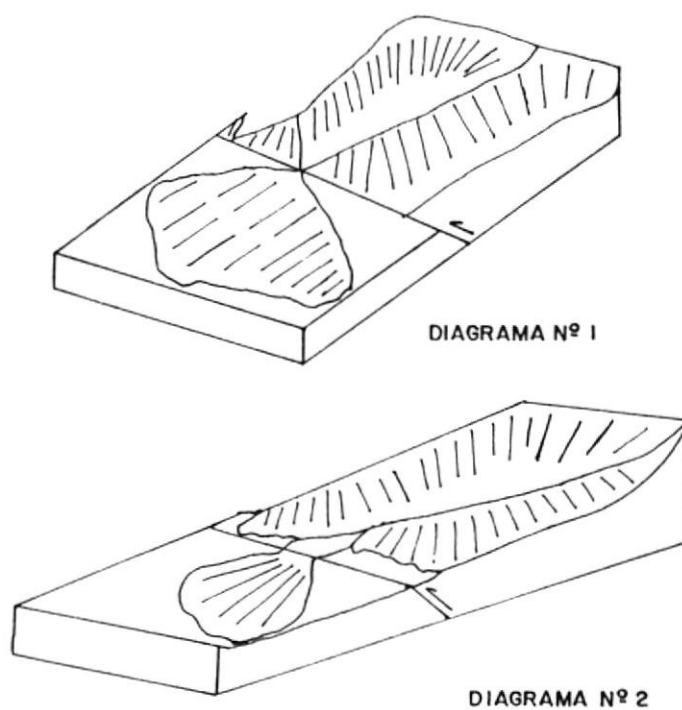


Figura No. 13: REPRESENTACION DE LOS DIAGRAMAS TIPO

Los bloques diagramas de los abanicos aluviales existentes en el área de estudio se representan a continuación:

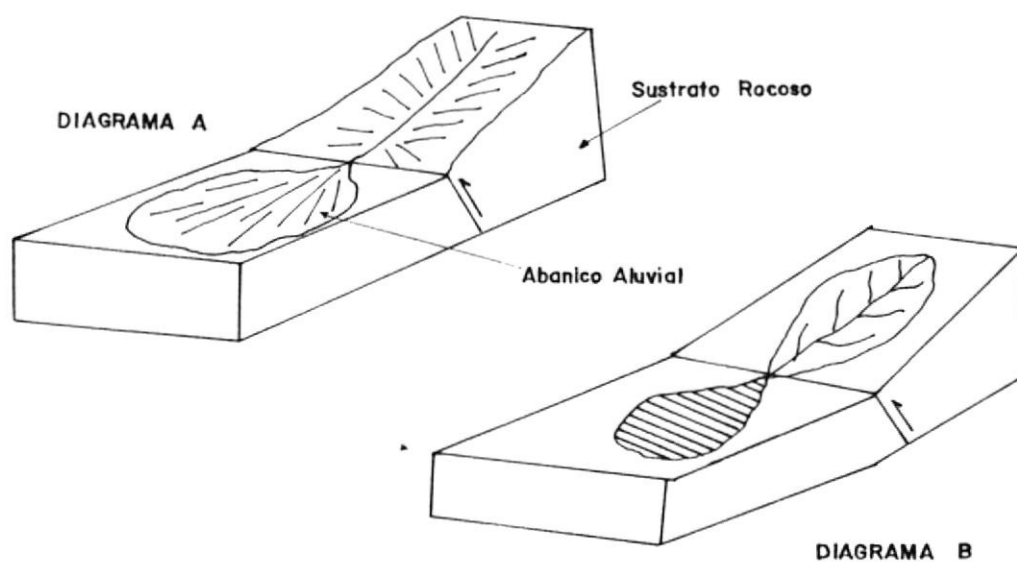


Figura No14: BLOQUES DIAGRAMAS DE LOS ABANICOS ALUVIALES EXISTENTES EN EL AREA DE ESTUDIO.

Comparando estos diagramas con los diagramas propuestos anteriormente se concluye que el número 1 se correlaciona con el modelo A y el número 2 con el modelo B.

Los rasgos neotectónicos recientes no se observan debido a que han sido cubiertos totalmente por los materiales de dichos abanicos. Ver copia de fotografía aéreas, anexo No. 3. (18840) perteneciente al proyecto Carta Nacional Hoja Juan Montalvo tomada el 3 de mayo de 1983.



CONCLUSIONES

- Para analizar la ocurrencia de fallamiento activo de frente de montaña en el presente estudio se utilizó dos criterios fundamentales: morfotectónicos y morfométricos.
- De los rasgos morfotectónicos únicamente los lineamientos, lomos de falla y facetas triangulares fueron identificados.
- Los lineamientos identificados en el estudio fotogeológico corresponden a lineamientos tectónicos.
- El lineamiento correspondiente a la falla estudiada no es continua. Se disloca en dirección NW -SE, que podría corresponder a una falla geológica regional más reciente.
- El lineamiento igualmente no es continuo debido a que ha sido

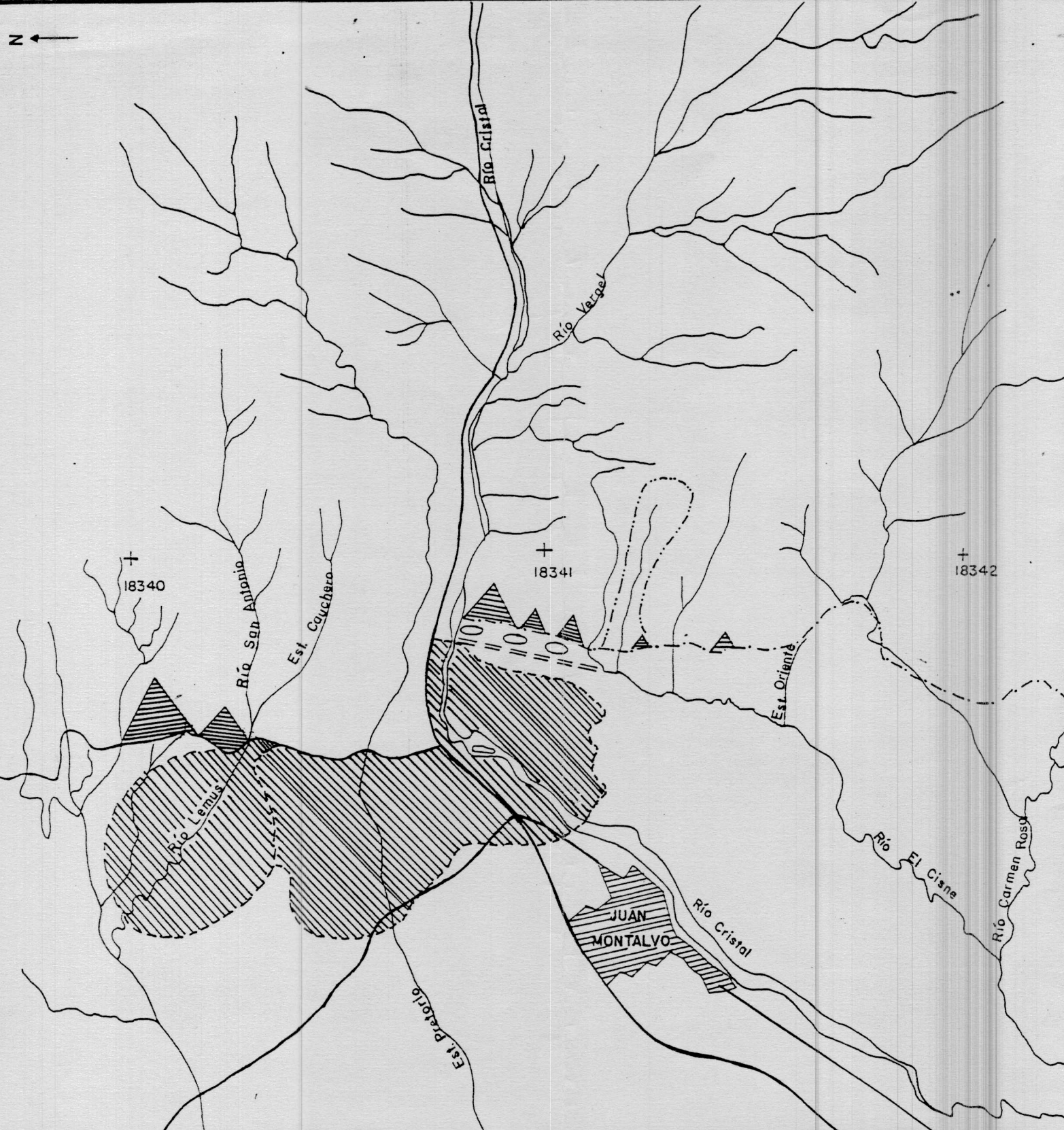
cubierto por conos aluviales y deslizamientos desarrollados en etapas posteriores a la última activación de la falla.

- En el mapa fotogeológico se incluyen varios lomos de falla. Estos lomos fueron estudiados durante el trabajo de campo; sin embargo, por su tamaño muy reducido no se los pudo investigar claramente en la fotografía.
- Las facetas triangulares si están bien desarrolladas, y corresponden a varias etapas del levantamiento.
- La mayoría de los parámetros morfotectónicos permitieron establecer la ocurrencia de movimiento de tipo inverso.
- Los parámetros morfométricos de Índice de Sinuosidad, Índice de Gradiente de Cauces, y Relación Área de Abanico Vs. Área de Cuenca, desafortunadamente no permitieron establecer con claridad el tipo de falla. Sin embargo determinaron que los cambios morfológicos no han tenido mayor influencia.





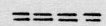
- Rasgos neotectónicos desafortunadamente no han sido posible identificarlos con claridad debido a que han sido cubiertos por materiales muy recientes pertenecientes a dicho abanico.








N



LEYENDA

-  FACETAS TRIANGULARES
-  ABANICOS ALUVIALES
-  LOMOS DE FALLA
-  ESCARPE DE FALLA
-  LINEAMIENTOS TECTONICOS

SIMBOLOGIA

-  Carretera pavimentada
-  Camino
-  Río
-  Zona Poblada
-  Frente de montaña

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

PROYECTO DE GRADO
INGENIERIA EN GEOLOGIA

MAPA FOTOGEOLOGICO

CARLA AZUCENA VALDIVIEZO VALENZUELA

ESCALA 1:60.000

FECHA NOV./92

MAPA Nº 1







Z ←

1

LEYENDA

- CUENCA 1 : RIO CRISTAL
- CUENCA 2 : RIO SAN ANTONIO
- CUENCA 3 :
- CUENCA 4 :
- CUENCA 5 :
- CUENCA 6 : RIO SAN PEDRO

SIMBOLOGIA

-  Carretera pavimentada
-  Camino
-  Río
-  Zona Poblada
-  Frente de montaña
-  Divisoria de Aguas

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

PROYECTO DE GRADO
INGENIERIA EN GEOLOGIA

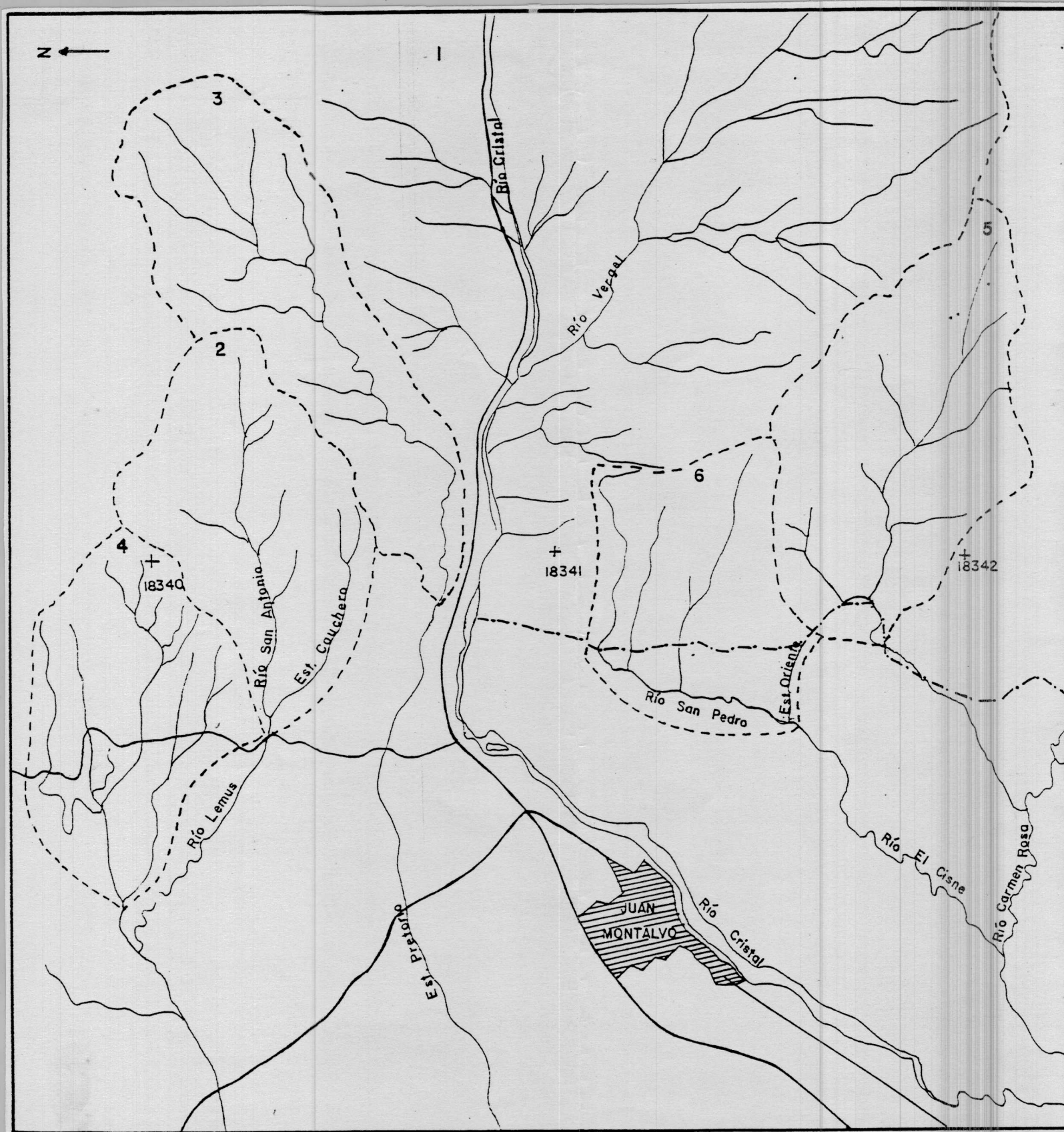
MAPA DE DRENAJE Y CUENCAS

CARLA AZUCENA VALDIVIEZO VALENZUELA

ESCALA 1:60.000

FECHA NOV./92

MAPA Nº 2



18940

REGIONAL CARTA

5 83

PROYECTO

CARTA NACIONAL



BIBLIOGRAFIA

ARABASZ, W.J. L 1971, Geological and geophysical studies of the Atacama Fault zone in Northern Chile. Ph.D. Thesis, California Institute of Technology, 264p. Pasadena, USA.

ARIAS LOPEZ LUIS ALBERTO "Actividad Cuaternaria de la Falla Espíritu Santo", tomada del Segundo Curso Latinoamericano. Oct. 16-Nov. 24, 1989

CRONE, A.J.; HARDING S.T. 1984. Relationships of late Quaternary fault scarps to subjacent faults, eastern Great Basin, Utah, *Geology* Vol 12.P

HERVE A. MIGUEL. "Movimiento Normal de la Falla Paposo, Zona de Falla Atacama en el Mioceno, Chile. *Revista Geológica de Chile*, Número 31, 1987.

MAYER LARRY. Tectonic Geomorphology of Escarpments and Mountain Fronts. Miami University.

GEOGRAFIA FISICA; parte II Cap. 33. pp-665

St. AMAND P; ALLEN, C.R. 1960. Strike -slip faulting in Northern Chile Geological Society of America. Bulletin (Abstract) Vol 71, p 196

WALLACE, RE (1978) Geometry and rates of changes of fault - generated range- fronts, north- Central Nevada *J. Res U.S. Geol surv* 6.

Young. A (1972) Slopes. Oliver and Boyd. Edinbugh/London 288pp.